

ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ІНФОРМАТИВНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗА ЧУТЛИВІСТЮ ФУНКЦІЇ СТАНУ АГРЕГАТИВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

А. В. Гриньків⁵⁰, В. В. Аулін⁵¹

Експлуатацію транспортних засобів з теоретичної точки зору необхідно розглядати як математичну модель причинно-наслідкових зв'язків між сукупністю факторів, які відображають причину та входять в складі цільової функції, яка характеризує наслідок. При цьому велика кількість елементів агрегатів ТЗ взаємодіють як між собою, так із зовнішнім середовищем. Інформацію про процеси, які протікають в них підчас експлуатації ТЗ та технічний стан отримують різними фізичними методами, а при її обробці можна використати методи узагальненої теорії графів та теорії чутливості цільової функції, що описують технічний стан агрегатів і ТЗ в цілому.

Вирішення проблеми дослідження зв'язків між параметрами та функцією надійності агрегатів та ТЗ в цілому можливо використовувати міру чутливості, що є важливою для їх дослідження та визначення. Розрізняють абсолютну та відносну чутливість функції надійності технічних об'єктів.

Найбільш поширеною мірою абсолютної чутливості функцій надійності до зміни факторів є їх кінцевий приріст або диференціал. Для функції надійності $P(D)$ одного фактору (діагностичного параметру) D , маємо:

$$dS(D) = \frac{dS(D)}{dD} dD. \quad (1)$$

Абсолютна чутливість функції надійності, як правило, є розмірною величиною, тобто похідна від функції надійності є розмірною мірою по діагностичним параметрам її чутливості:

$$\frac{dS(D)}{dD} = P'(D). \quad (2)$$

В більшості випадків функція надійності залежить від вектора діагностичних параметрів $D=(D_1, D_2, \dots, D_n)$, то розрізняють цілу систему часткових абсолютних чутливостей:

$$\begin{aligned} \frac{\partial P(D_1, D_2, \dots, D_n)}{\partial D_1} &= P'_{D_1}(D_1, D_2, \dots, D_n); \frac{\partial P(D_1, D_2, \dots, D_n)}{\partial D_2} = P'_{D_2}(D_1, D_2, \dots, D_n); \dots; \frac{\partial P(D_1, D_2, \dots, D_n)}{\partial D_n} = \\ &= P'_{D_n}(D_1, D_2, \dots, D_n). \end{aligned} \quad (3)$$

Відносна безрозмірна чутливість цільової функції надійності $P^s(D)$ або її сенситив дорівнює:

$$sen(P(D)) = P^s(D) = \frac{dP(D)}{P(D)} \bigg/ \frac{dD}{D}, \quad (4)$$

де $dP(D)/P(D)$ – відносний приріст цільової функції, dD/D – відносний приріст діагностичного параметру.

Можна бачити, що сенситив (відносна чутливість) функції надійності є безрозмірною величиною. Виходячи з формули (4), сенситив функції надійності систем та агрегатів можна записати в наступному вигляді:

⁵⁰ асп., Кіровоградський національний технічний університет

⁵¹ д-р техн. наук, проф., Кіровоградський національний технічний університет

$$Sen P(D) = \frac{dP(D)}{dD} \cdot \frac{D}{S(D)} = P'(D) \cdot \frac{D}{P(D)}. \quad (5)$$

Рівняння (5) визначає взаємозв'язок відносної чутливості функції однієї змінної та абсолютної чутливості функції надійності систем та агрегатів.

У разі залежності функції надійності від вектора діагностичних параметрів, їхні часткові сенситиви дорівнюють:

$$Sen P_{D_1} \{D_i\} = P'_{D_1} \{D_i\} \cdot \frac{D_1}{S_{D_1} \{D_i\}}; \quad Sen P_{D_2} \{D_i\} = P'_{D_2} \{D_i\} \cdot \frac{D_2}{P_{D_2} \{D_i\}}; \dots; \\ Sen P_{D_n} \{D_i\} = P'_{D_n} \{D_i\} \cdot \frac{D_i}{P_{D_n} \{D_i\}}. \quad (6)$$

Використовуючи правило диференціювання логарифмічної функції, маємо:

$$senP(D) = P^s(D) = \frac{d(\ln P(D))}{d \ln D} = \frac{(\ln P(D))' P(D)}{(\ln D)' D}. \quad (7)$$

Таким чином, чутливість і частинна чутливість можуть бути визначені як відношення похідної (частинної похідної) від логарифму функції стану до похідної логарифму діагностичного і частинних діагностичних параметрів. Такий термін застосовується в теорії автоматичного регулювання, але, як правило, при цьому розглядаються не функції надійності технічного об'єкту, а диференціальне рівняння процесу їх зміни.

Дослідження чутливості функції стану за діагностичними параметрами є важливою інформаційною операцією при діагностуванні та аналізі технічної інформації про фактичний стан, а по завершенні аналізу обов'язково необхідно розробити рекомендації стосовно підтримання справного технічного стану транспортних засобів. Теорія відносної чутливості дає змогу проводити узагальнений аналіз різнорідних досліджуваних діагностичних параметрів, визначити напрямок їх еволюції під час експлуатації. Виявлено, що діагностичні параметри, що визначають стан транспортного засобу, під час виконання поставленої перед ним роботи, змінюються в різному напрямку або мають приріст, або спад і в такому випадку теорія чутливості чітко визначає даний факт. Якщо перед сенситивом діагностичного параметру з'являється знак плюс або мінус це дає змогу якісно групувати діагностичні параметри по тенденції їх розвитку.

Показано, що відбір інформативних діагностичних параметрів проводиться за величиною їх сенситивів, взятою по модулю. Розроблено алгоритм цієї процедури. Всі сенситиви діагностичних параметрів зводяться до таблиці і ті діагностичні параметри, які мають на два і більше порядків нижчі значення відкидають. Дано рекомендації, щодо проведення діагностування і контролю стану та встановлення певних технічних дій з обслуговування.

В роботі доведено, що теорія чутливості, при визначенні технічного стану і рівня експлуатаційної надійності позитивно забезпечує математичним апаратом, який гарантує оптимальний вибір найбільш інформативних діагностичних параметрів, які можливо контролювати під час життєвого циклу транспортних засобів.

Список літератури

1. Аулін В.В. Проблеми підвищення експлуатаційної надійності та можливості удосконалення стратегії технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки / В.В. Аулін, А.В. Гриньків // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування. – 2015. - № 28. С126-131.
2. Аулін В.В. Інформаційне забезпечення зміни технічного стану дизелів засобів транспорту/В.В. Аулін, О.Ю. Жулай//Вісник інженерної академії наук України - №1, 2011. С166 – 172.
3. Юсупов Р.М. Элементы теории испытания и контроля технических систем: Монография/Р.М. Юсупов. – Ленинград: Энергия, 1978 – 420с.
4. Кузьменко А.Г. Теоретическая и экспериментальная трибология. В 12т. Т.7 Надежность узлов трения по прочности и износу: монография/ А.Г.Кузьменко. – Хмельницкий: ХНУ, 2011. – 391с.